



SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Verfahren zum Betreiben einer Rekuperationsbremse (20) eines Kraftfahrzeugs (10) beschrieben. Zunächst wird eine zukünftige Betriebsintensität der Rekuperationsbremse (20) für eine vorausliegende Fahrstrecke des Kraftfahrzeugs (10) anhand einer Eingabe abgeschätzt, die die Fahrweise der vorausliegenden Fahrstrecke kennzeichnet. Ferner wird eine maximale schlupffreie Fahrzeugbremsleistung für die Fahrstrecke abhängig von der Eingabe abgeschätzt. Zudem wird die Bremsleistung der Rekuperationsbremse (20) auf eine Soll-Bremsleistung eingestellt, die nicht größer als die maximale Fahrzeugbremsleistung für die Fahrstrecke ist und Schließlich wird die Rekuperationsbremse (20) auf der vorausliegenden Fahrstrecke mit der Soll-Bremsleistung betätigt. Ferner wird eine Rekuperationsbremse zur Ausführung des Verfahrens beschrieben.

Beschreibung

Verfahren zum Betreiben einer Rekuperationsbremse eines
5 Kraftfahrzeugs und Rekuperationsbremse

Rekuperationsbremsen werden in Fahrzeugen verwendet, um kineti-
sche Energie des Fahrzeugs in elektrische Energie umzuwandeln,
10 die zwischengespeichert werden kann. Dadurch kann die beim
Bremsen anfallende Energie nochmals verwendet werden, im Gegen-
satz zu der nicht mehr nutzbaren Bremsenergie einer konventionel-
len Reibungsbremse.

15 Insbesondere bei Elektrofahrzeugen und Hybridfahrzeugen kann
dadurch der Wirkungsgrad der Energie erhöht werden, die zum
Betreiben des Fahrzeugs notwendig ist. Die hier beschriebenen
Kraftfahrzeuge weisen zwei, vier oder mehr Räder auf. Diese
können auf 1, 2 oder mehr Achsen verteilt werden.

20 Die Offenlegungsschrift DE 10 2010 041 544 A1 beschreibt ein
Fahrerassistenzsystem zum verbrauchskontrollierten Fahren,
wobei Streckendaten der vorausliegenden Fahrstrecke ausgewertet
werden. Ergibt sich eine vorausliegende Situation, in der mit
25 geringerer Geschwindigkeit gefahren werden wird, wird eine
Verzögerungsanweisung dem Fahrer dargestellt. Als weiteres
Ergebnis können Betriebsstrategien und insbesondere der Be-
triebsmodus Rekuperation gemäß der vorausliegenden Strecke
eingestellt werden.

30 Die oben beschriebene Verfahrensweise ermöglicht zwar grundsätz-
lich die Wiedergewinnung von Bremsenergie, es besteht jedoch im
Hinblick auf die Ressourcenknappheit aufgrund von ansteigenden
Energiepreisen der Bedarf an Lösungen, mit denen sich der
35 Wirkungsgrad weiter verbessern lässt. Darüber hinaus wäre es
wünschenswert, trotz der Verwendung von Systemen, die einen
höheren Wirkungsgrad erlauben, ohne dass der Betrieb der
Rekuperationsbremse zur Verringerung der Fahrstabilität führt.

Offenbarung der Erfindung

Diese Aufgabe wird gelöst durch das Verfahren zum Betreiben einer Rekuperationsbremse eines Kraftfahrzeugs sowie durch eine
5 Rekuperationsbremse, wie sie in den unabhängigen Ansprüchen definiert sind. Weitere vorteilhafte Ausführungsformen ergeben sich mit den Merkmalen der abhängigen Ansprüche.

Neben einer weiteren Optimierung des Wirkungsgrads gegenüber dem
10 Stand der Technik ermöglicht die Erfindung ein stabiles Fahrverhalten auch bei kritischen Verkehrssituationen, und insbesondere bei kritischen Verkehrssituationen, die auf der vorausliegenden Fahrstrecke liegen. Es ergibt sich mit der Erfindung eine Fahrweise, die sowohl hinsichtlich eines erhöhten
15 Wirkungsgrads auch hinsichtlich erhöhter Fahrsicherheit an die vorausliegende Fahrstrecke und deren Verkehrsverhältnisse angepasst ist. Insbesondere ermöglicht die Erfindung eine Kombination der Rekuperationsbremse üblichen Reibungsbremsen bei erhöhtem Wirkungsgrad und insbesondere mit einer angepassten
20 Bremsbetätigung, die ein besonders hohes Maß an Verkehrssicherheit ermöglicht, so dass trotz erhöhter Komplexität eines derart gemischten Bremssystems vergleichbare oder verbesserte Eigenschaften gegenüber einem Bremssystem aufweist, das nur eine Rekuperationsbremse vorsieht.

25 Die hier beschriebene Vorgehensweise sieht vor, dass die Rekuperationsbremse vorausschauend betrieben wird, basierend auf Daten, die die vorausliegende Fahrstrecke kennzeichnen. Dadurch ist es nicht notwendig, dass die Rekuperationsbremse auf Momentanwerte reagieren muss, etwa durch Sicherheitsmaßnahmen wie
30 Abschalten. Stattdessen können Betriebsparameter der Rekuperationsbremse im Vorhinein, das heißt vor dem Befahren der vorausliegenden Fahrstrecke, eingestellt werden. Dadurch können die Betriebsparameter adaptiv angepasst werden an die Begebenheiten
35 der vorausliegenden Fahrstrecke. Es ist dadurch möglich, die Betriebsparameter zum Einen derart einzustellen, dass sich ein optimaler Wirkungsgrad ergibt, wobei gleichzeitig Sicherheitsaspekte berücksichtigt werden und insbesondere die Rekupera-

tionsbremse vorab derart eingestellt wird, dass bei Bremsvorgängen die Räder nicht blockieren bzw. zu jeder Zeit insbesondere bei kritischen Fahrstreckenbedingungen das Fahrzeug optimal auf der Fahrbahn haftet.

5

Es wird daher ein Verfahren zum Betreiben einer Rekuperationsbremse eines Kraftfahrzeugs beschrieben. Das Verfahren sieht vor, dass eine zukünftige Betriebsintensität der Rekuperationsbremse für eine vorausliegende Fahrstrecke des Kraftfahrzeugs anhand einer Eingabe abgeschätzt wird. Diese Eingabe kennzeichnet die Fahrweise der vorausliegenden Fahrstrecke. Die Betriebsintensität kann durch einen Wert oder durch einen Wertverlauf wiedergegeben sein. Dieser Wert kann das Drehmoment wiedergeben, welches die Rekuperationsbremse ausübt, oder kann ein Stellsignal oder einen Sollwert wiedergeben, gemäß dem die Rekuperationsbremse betrieben wird, beispielsweise ein Stromwert oder ein Stromwertverlauf, der während dem Bremsen von der Rekuperationsbremse abgegeben wird. Alternativ oder in Kombination hierzu kann ein Wert verwendet werden, der die Anregungsstärke wiedergibt, insbesondere die Stromstärke, mit der die Rekuperationsbremse angeregt wird.

Die Eingabe gibt als Wert die Fahrweise der vorausliegenden Fahrstrecke wieder. Da es sich um eine Abschätzung eines zukünftigen Verhaltens handelt, wird aus diesem Wert vorzugsweise nur eine Abschätzung abgeleitet und keine zwingende, hochpräzise Aussage zukünftiger Ereignisse. Die Eingabe ist insbesondere ein Wert oder eine Information, die eine aktuelle Information wiedergibt, beispielsweise eine Eigenschaft des Verkehrs oder aktuelle Witterungsverhältnisse, die Eigenschaften der Fahrbahn kennzeichnen. Ferner können die Eingabe zeitlich stationäre Eigenschaften der Fahrbahn betreffen, beispielsweise Kurvenradius, Steigung, allgemeine Fahrbahnbeschaffenheit und Ähnliches. Ferner kann die Eingabe einen Betriebs- oder Lageparameter eines vorausfahrenden Fahrzeugs wiedergeben, das sich auf der vorausliegenden Fahrstrecke befindet. Weitere Realisierungsmöglichkeiten dieser Eingabe sind weiter unten näher beschrieben. Die Eingabe gibt somit Eigenschaften der Fahrbahn wieder,

die für die Haftung relevant sind. Ferner gibt die Eingabe Eigenschaften oder aktuelle Parameter eines Fahrzeugs wieder, dass dessen Straßenlage oder Fahrweise wiedergibt.

5 Abhängig von dieser Eingabe wird eine maximale schlupffreie Fahrzeugbremsleistung abgeschätzt. Die maximale schlupffreie Fahrzeugbremsleistung ist die maximale Fahrzeugbremsleistung, bei der eine vollständige Haftung und somit schlupffreie Haftung des Kraftfahrzeugs auf der Fahrstrecke gewährleistet ist. Dies
10 bedeutet insbesondere, dass eine schlupffreie Haftung von Rädern des Kraftfahrzeugs auf der Fahrstrecke bzw. der Fahrbahn gewährleistet ist. Die Fahrstrecke ist hierbei die vorausliegende Fahrstrecke. Die Fahrzeugbremsleistung kann wiedergegeben werden durch ein Drehmoment oder durch andere Stellgrößen oder
15 Sollwerte, die die Gesamtentschleunigung des Kraftfahrzeugs wiedergeben. Die Fahrzeugbremsleistung ist die Bremsleistung aller Bremskomponenten des Kraftfahrzeugs, das heißt aller Komponenten, die zum Abbremsen des Kraftfahrzeugs dienen. Insbesondere ist die Fahrzeugbremsleistung die Summe aus der Rekuperationsbremse und einer bzw. aller Reibbremsen des Kraftfahrzeugs.
20 Die maximale schlupffreie Fahrzeugbremsleistung gibt die Bremsleistung wieder, mit der das Kraftfahrzeug maximal bremsen kann, ohne Haftung zu verlieren und insbesondere ohne zu blockieren, wobei dies insbesondere die Räder des Kraftfahrzeugs betrifft.
25

Ferner wird die Bremsleistung der Rekuperationsbremse auf eine Soll-Bremsleistung eingestellt, welche nicht größer als die maximale Fahrzeugbremsleistung für die vorausliegende Fahrstrecke ist. Damit ist gewährleistet, dass bei alleiniger Verwendung
30 der Rekuperationsbremse das Fahrzeug die Haftung nicht verliert. Das Einstellen kann vorgesehen werden durch Ablegen eines Werts, der diese Bremsleistung wiedergibt, in einem Speicher, so dass beim späteren Betätigen der Rekuperationsbremse dieser Wert einfach nur ausgelesen werden muss. Der Speicher kann sich in der
35 Rekuperationsbremse befinden oder in einem Steuergerät, das die Rekuperationsbremse umfasst oder ansteuert.

Schließlich wird die Rekuperationsbremse auf der vorausliegenden Fahrstrecke mit der Soll-Bremsleistung betätigt. Diese Betätigung erfolgt gemäß Fahrereingabe. Die Rekuperationsbremse wird betätigt, wenn der Fahrer das Bremspedal drückt. Der Zeitpunkt der Betätigung ist somit vorgegeben durch den Zeitpunkt der Betätigung des Bremspedals durch den Fahrer. Die Fahrzeugbremsleistung, das heißt die Gesamtbremsleistung, kann direkt von der Betätigungsstrecke des Bremspedals abhängen, insbesondere über eine steigende Abhängigkeit, beispielsweise eine streng monotone oder monotone Abhängigkeit. Das Betätigungsprofil des Bremspedals kann diese Abhängigkeit abbilden. Ferner kann die Abhängigkeit zwischen der Betätigungsstärke des Bremspedals und der Bremsleistung eine Obergrenze für die Bremsleistung aufweisen, so dass eine zusätzliche Betätigung die Bremsleistung nicht mehr erhöht. Hierbei bildet die Soll-Bremsleistung diese Obergrenze.

Beim Betätigen des Bremspedals kann nur die Rekuperationsbremse betätigt werden, wobei die Soll-Bremsleistung unter der maximalen Fahrzeugbremsleistung liegt. Ferner kann beim Betätigen des Bremspedals die Rekuperationsbremse und eine Reibbremse des Kraftfahrzeugs betätigt werden, wobei die Summe der Bremsleistungen der beiden Bremsen der Soll-Bremsleistung entspricht. Der Anteil der Bremsleistung der Rekuperationsbremse an der Fahrzeugbremsleistung kann abhängig von einer maximalen Bremsleistung der Rekuperationsbremse abhängen, für die diese dimensioniert ist, oder kann beispielsweise vom Ladezustand eines elektrischen Energiespeichers abhängen, der die von der Rekuperationsbremse umgewandelte Energie erhält. Der Anteil ist hierbei umso geringer, je größer der Ladezustand ist bzw. je größer der Ladestrom ist, mit dem der elektrische Energiespeicher entsprechend dem aktuellen Ladezustand oder entsprechend der Temperatur des elektrischen Energiespeichers aufgeladen werden kann.

Als elektrischer Energiespeicher können elektrochemische Speicheranordnungen und/oder elektrostatische Speicheranordnungen und/oder elektromechanische Speicheranordnungen be-

zeichnet werden. Elektrochemische Speicheranordnungen sind insbesondere Sekundärzellen oder Zusammenschaltungen hiervon, beispielsweise Akkumulatoren oder Batterien. Diese können auf Li-Basis oder Blei-Säure-Basis, oder auf anderen üblichen elektrochemischen Systemen beruhen. Elektrostatische Speicheranordnungen sind insbesondere Kondensatoren oder Zusammenschaltungen hiervon, beispielsweise DLCs (DLC – Double Layer Capacitor, Doppelschichtkondensator) oder andere Supercaps. Elektromechanische Speicheranordnungen sind Anordnungen mit einer elektrischen Maschine, welche mit einem Speicher für kinetische Rotationsenergie und/oder mit einem Federkraftspeicher und/oder einem Druckluftspeicher verbunden sind. Die elektrische Maschine kann beim Speichern der Energie als Elektromotor eingesetzt werden, und beim Abrufen der Energie als Generator eingesetzt werden. In spezifischen Ausführungsformen kann die elektromechanische Speicheranordnungen statt dem Motor ein Zuführungselement und/oder Abrufelement für kinetische Energie aufweisen, etwa eine Welle. Die Begriffe „Akkumulator“ und „Batterie“ können hier zumindest eine der oben genannten elektrischen Energiespeicher sein.

Der Erfindung ermöglicht eine optimale Voreinstellung der Rekuperationsbremse und vermeidet gefährliche Fahrsituationen, die durch unerwünschte Bremseingriffe erfolgen können, in dem die Bremsleistung der Rekuperationsbremse auf die Soll-Bremsleistung eingestellt wird, und dadurch die Bremsleistung der Rekuperationsbremse begrenzt ist. Die Obergrenze der Grenzleistung der Rekuperationsbremse hängt von der maximalen schlupffreien Fahrzeugbremsleistung ab, welche vor dem Betätigen der Rekuperationsbremse anhand von Eingabedaten abgeschätzt wurde. Beispielsweise erfolgt die Einstellung der Bremsleistung der Rekuperationsbremse (vor dem Betätigen der Rekuperationsbremse) abhängig von Navigationsdaten. Die Navigationsdaten können die Eingabe bilden. Insbesondere können die Navigationsdaten Kurvenradien, Geschwindigkeitsprofile, eine maximal erlaubte Geschwindigkeit, ein Steigungs- oder Geschwindigkeitsprofil usw. sein. Die Navigationsdaten beziehen sich auf die vorausliegende Fahrstrecke. Dadurch kann abgeschätzt werden, dass das

Kraftfahrzeug auf der vorausliegenden Fahrstrecke abgebremst werden wird. Dies entspricht dem Abschätzen der zukünftigen Betriebsintensität. Zudem kann anhand der Eingabe die maximale schlupffreie Fahrzeugbremsleistung abgeschätzt werden. Dies
5 entspricht der maximal möglichen Rekuperationsleistung. Die maximal mögliche Rekuperationsleistung bildet die Grenze, an der durch das Abbremsen aufgrund der Betätigung der Rekuperationsbremse der Fahrzustand des Kraftfahrzeugs kritisch wird und das Kraftfahrzeug Haftung verliert bzw. die Bremsen blockieren. Die
10 maximale Fahrzeugbremsleistung entspricht der maximal möglichen Rekuperationsleistung, mit der das Kraftfahrzeug noch stabil gehalten werden kann, wobei die kinetische Energie bestmöglich in die Batterie des Kraftfahrzeugs zurückgespeist werden kann durch Umwandlung über die Rekuperationsbremse.

15 Für die Soll-Bremsleistung, die Rekuperationsleistung bzw. die maximale Fahrzeugbremsleistung kann auch die Reibwertermittlung eines Antiblockiersystem oder einer Fahrdynamikregelung bzw. Antischlupfregelung verwendet werden. Ein Antiblockiersystem
20 entspricht einer Steuervorrichtung, mit der eine Antiblockierregelung realisiert wird. Eine Antischlupfregelung umfasst eine Vorrichtung, mit der ein elektronisches Stabilitätsprogramm realisiert wird. Die zukünftige Betriebsintensität, die maximale schlupffreie Fahrzeugbremsleistung und/oder die Abhängigkeit
25 zwischen Bremspedalbetätigung und Bremsleistung der Rekuperationsbremse werden wiederholt und insbesondere kontinuierlich abgeschätzt. Ferner wird die Bremsleistung der Rekuperationsbremse wiederholt insbesondere kontinuierlich gemäß den Abschätzungen eingestellt.

30 Eine Ausführungsform des hier beschriebenen Verfahrens sieht vor, dass die Eingabe, welche die Fahrweise der vorausliegenden Fahrstrecke kennzeichnet, Fahrzeugzustandsinformationen über ein vorausfahrendes Fahrzeug sind. Die Fahrzeugzustandsinformationen werden von dem vorausfahrenden Fahrzeug abgegeben. Das
35 vorausfahrende Fahrzeug befindet sich auf der vorausliegenden Fahrstrecke. Das Kraftfahrzeug, für dessen Rekuperationsbremse wie hier beschrieben die zukünftige Betriebsintensität abge-

geschätzt wird, kann auch als Ego-Fahrzeug beschrieben werden. Das vorausfahrende Fahrzeug kann als Fremdfahrzeug bezeichnet werden. Das vorausfahrende Fahrzeug bzw. dessen Fahrweise bzw. dessen Fahrbetrieb gibt die Fahrweise der vorausliegenden Fahr-
5 strecke wieder, sodass aus den Daten des vorausfahrenden Fahrzeugs direkt auf die zukünftige Betriebsintensität des Ego-Fahrzeugs geschlossen werden kann, welches nach dem vorausfahrenden Fahrzeug die Fahrstrecke befährt.

10 Die Eingabe ist daher beispielsweise eine Information über den aktiven Betrieb eines Fahrsicherheitssystems des vorausfahrenden Fahrzeugs, etwa Information über den Betrieb einer Antischlupfregelung oder über den Betrieb eines Antiblockiersystems des vorausfahrenden Fahrzeugs. Diese Daten können den
15 Betrieb bzw. eine Betriebsstärke wiedergeben, insbesondere die Stärke des Eingriffs eines derartigen Systems oder einer derartigen Regelung in den Fahrbetrieb des vorausfahrenden Fahrzeugs. Ferner kann die Eingabe aus Betriebsparametern bestehen, die die Antischlupfregelung oder das Antiblockiersystem des
20 vorausfahrenden Fahrzeugs verwendet, beispielsweise von der Regelung bzw. von dem System ermittelte oder abgeschätzte Reibbeiwerte der Fahrstrecke, auf dem sich das vorausfahrende Fahrzeug befindet. Zudem kann als Eingabe die Häufigkeit des aktiven Eingriffs durch die Regelung oder durch das System des
25 vorausfahrenden Fahrzeugs verwendet werden.

Weiterhin kann die Eingabe eine Information über den Allradantrieb des vorausfahrenden Fahrzeugs sein. Aus dem Betriebsmodus „Allradantrieb“ des vorausfahrenden Fahrzeugs kann ge-
30 schlossen werden, dass die vorausliegende Fahrstrecke, auf dem sich das vorausfahrende Fahrzeug befindet, einen geringen Reibbeiwert hat. Daraus lässt sich schließen, dass das Ego-Fahrzeug möglicherweise abgebremst werden wird, wodurch sich unmittelbar die Betriebsintensität der Rekuperationsbremse ergibt. Ins-
35 besondere kann die maximale schlupffreie Fahrzeugbremsleistung aus dem Betrieb des Allradantriebs geschätzt werden oder auch aus den genannten Parametern der Antischlupfregelung oder des Antiblockiersystems. Insbesondere kann eine Antischlupfregelung

oder ein Antiblockiersystem des vorausfahrenden Fahrzeugs einen Parameter verwenden, der den Reibbeiwert der aktuell befahrenen Strecke des vorausfahrenden Fahrzeugs wiedergibt, so dass dadurch unmittelbar die maximale schlupffreie Fahrzeugbremsleistung abgeleitet werden kann, insbesondere mittels einer Interpolationsfunktion oder einer anderen Abbildung, insbesondere mittels einer Look-Up-Tabelle.

Zudem kann die Fahrzeugzustandsinformation, die von dem vorausfahrenden Fahrzeug abgegeben wird, Information über eine Neigung des vorausfahrenden Fahrzeugs sein. Die Information über die Neigung des vorausfahrenden Fahrzeugs wird von einem Neigungssensor des vorausfahrenden Fahrzeugs verwendet. Anstatt eines Neigungssensors kann auch ein Berechnungsvorrichtung vorgesehen sein, die anhand von Fahrzeugbetriebsparametern die Neigung und/oder Querb beschleunigung ermitteln kann, beispielsweise durch Vergleich eines angeforderten Drehmoments mit einem abgegebenen Drehmoment. Dadurch können besonders steile oder stark abfallende vorausliegende Strecken erfasst werden. Aus der Neigung des vorausfahrenden Fahrzeugs lässt sich unmittelbar auf die maximale schlupffreie Fahrzeugbremsleistung schließen bzw. auf die zukünftige Betriebsintensität der Rekuperationsbremse. Alternativ hierzu kann die Fahrzeugzustandsinformation des vorausfahrenden Fahrzeugs Daten eines Gierratensensors, Querb beschleunigungssensor und/oder Längsb beschleunigungssensor umfassen, der die Fahrweise der vorausliegenden Fahrstrecke ebenso kennzeichnet. Auch hieraus kann die maximale schlupffreie Fahrzeugbremsleistung abgeschätzt werden bzw. die zukünftige Betriebsintensität der Rekuperationsbremse, da etwa auftretendes Schlingern auf eine vorausliegende Fahrstrecke mit geringer Haftung hindeutet.

Ferner kann die Fahrzeugzustandsinformation des vorausfahrenden Fahrzeugs eine Information über den aktiven Betrieb einer Glättewarnanlage des vorausfahrenden Fahrzeugs sein, oder alternativ, eine Umgebungstemperaturinformation des vorausfahrenden Fahrzeugs. Aus der Umgebungstemperatur bzw. aus der Information der Glättewarnanlage unmittelbar auf den Fahrbahnzustand und somit

auch die Haftung geschlossen werden. Ist die Glättewarnanlage des vorausfahrenden Fahrzeugs aktiv, so kann auf einen geringen Reibbeiwert der vorausliegenden Fahrstrecke geschlossen werden, die wiederum auf eine geringe maximale schlupffreie Fahrzeug-
5 bremsleistung schließen lässt. Zudem kann aus der so gewonnenen Information über den geringen Reibbeiwert der vorausliegenden Fahrstrecke auf die zukünftige Betriebsintensität der Rekuperationsbremse des Kraftfahrzeugs geschlossen werden.

10 Zudem kann die Eingabe, welche die Fahrweise der vorausliegenden Fahrstrecke kennzeichnet, von dem Kraftfahrzeug erzeugt werden, dessen Rekuperationsbremse verfahrensgemäß betrieben wird. Die Eingabe kann eine Information über den Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug sein, vorzugsweise über den Abstand zu dem vo-
15 rausfahrenden Fahrzeug, welches sich direkt vor demjenigen Kraftfahrzeug befindet, dessen Rekuperationsbremse verfahrensgemäß betrieben wird. Mit anderen Worten ist dies der Abstand zwischen dem Ego-Fahrzeug und dem Fremdfahrzeug gemäß den hier dargelegten Definitionen, wobei das Fremdfahrzeug vorzugsweise
20 das direkt vor dem Ego-Fahrzeug fahrende Fahrzeug ist. Die Eingabe kann von einem Abstandssensor des Kraftfahrzeugs, dessen Rekuperationsbremse betrieben wird, erzeugt werden, oder von einem Abstandswarn- oder Abstandsregelungssystem dieses Kraftfahrzeugs, etwa von einer ACC-Einrichtung (ACC - adaptive cruise
25 control, Abstandsregelung). Diese Information ist eine Information, die vorzugsweise von dem Kraftfahrzeug stammt, dessen Rekuperationsbremse betrieben wird, betrifft jedoch auch in wesentlichem Maße das Fahrverhalten des direkt vorausfahrenden Fahrzeugs. Die Abhängigkeit zwischen Abstand und Betriebsin-
30 tensität ist vorzugsweise wie folgt gegeben. Einem großen Abstand und/oder einer geringen Reduktionsrate des Abstands wird eine geringere Betriebsintensität zugeordnet als einem geringerem Abstand (bezogen auf der erstgenannten Abstand) und/oder einer größeren Reduktionsrate (bezogen auf die erstgenannte Reduk-
35 tionsrate) des Abstands. Vergrößert sich der Abstand, so wird eine geringere Betriebsintensität (einschließlich einer geschätzten Betriebsintensität von Null) vorgesehen als bei einem Abstand, der sich verringert. Die letztgenannte Abhängigkeit

bezieht sich somit auf eine zeitliche Änderung des Abstands. Der Zusammenhang kann als Funktion, Kennlinie, Wertetabelle oder Parametersatz vorgegeben werden, der den Zusammenhang interpoliert bzw. ein Modell des Fahrverhaltens abhängig vom vorausfahrenden Verkehr wiedergibt.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des hier beschriebenen Verfahrens kann die Fahrzeugzustandsinformation von dem vorausfahrenden Fahrzeug an das Kraftfahrzeug (das heißt an das Ego-Fahrzeug) direkt übertragen werden. Hierzu kann ein Car-to-Car-Kommunikationsprotokoll verwendet werden, insbesondere ein Protokoll, das dem Standard IEEE 802.11p oder einem anderen Standard gemäß IEEE 802.11 entspricht. Der Begriff Car-to-Car-Kommunikationsprotokoll wird hier abkürzend verwendet für einen Kommunikationsstandard, der die Informationsübertragung von einem Fahrzeug (Car) zu einem weiteren Fahrzeug oder zu zumindest einer (stationären) Empfängerstelle definiert. Alternativ oder in Kombination hierzu kann die Fahrzeugzustandsinformation von dem vorausfahrenden Fahrzeug mittelbar übertragen werden.

Insbesondere kann diese mittelbar übertragen werden von dem vorausfahrenden Fahrzeug an eine Übermittlungsentität, welche das Internet umfassen kann. Die Übermittlungsentität übermittelt die Fahrzeugzustandsinformation des vorausfahrenden Fahrzeugs direkt oder indirekt an das Kraftfahrzeug, insbesondere unter Verwendung einer Übertragungsstrecke gemäß einem Mobilfunkprotokoll oder einem Car-to-Car-Kommunikationsprotokoll, etwa gemäß dem Standard IEEE 802.11p.

Wie bereits vermerkt, kann die Eingabe, welche die Fahrweise einer vorausliegenden Fahrstrecke kennzeichnet, Betriebsdaten eines vorausfahrenden Fahrzeugs umfassen.

Ferner kann die Eingabe eine Fahrerwunscheingabe sein, die die Aktivierung des Unterstützungsantriebs wiedergibt. Die Fahrerwunscheingabe kann sich auf eine Zeitpunkt bezogene oder Fahrstrecken bezogene Aktivierung beziehen. Daher kann die Fahrerwunscheingabe einen Zeitpunkt wiedergeben, an dem der Unterstützungsantrieb aktiviert wird oder zumindest angefordert wird,

oder kann die Aktivierung für eine bestimmte Fahrstrecke, insbesondere für die vorausliegende Fahrstrecke sein.

Weiterhin kann die Eingabe von Navigationsdaten eines Navigations-
5 onssystems des Kraftfahrzeugs (oder auch des vorausfahrenden
Fahrzeugs) umfassen. Die Navigationsdaten geben beispielsweise
eine Steigung wieder, die über einer vorgegebenen Grenze liegt,
geben einen Kurvenradius wieder, der unter einer vorgegebenen
10 Grenze liegt, geben einen Unebenheitsgrad und/oder eine ver-
kehrsrechtliche Vorgabe zur Verwendung von Traktionsunter-
stützungsmaßnahmen wieder, wobei der Unebenheitsgrad und die
Vorgabe zur Verwendung von Traktionsunterstützungsmaßnahmen die
vorausliegende Fahrstrecke betreffen. Insbesondere kann die
Eingabe einem Unebenheitsgrad entsprechen, der über einer
15 vorgegebenen Grenze liegt.

Die Eingabe kann ferner aktuelle oder allgemeine Fahrbahnzu-
standsinformationen umfassen. Die Fahrbahnzustandsinformation
sind insbesondere Reibbeiwerte der vorausliegenden Fahrstrecke
20 oder Angaben, die den Reibbeiwert indirekt wiedergeben. Ferner
können die Fahrbahnzustandsinformationen aktuelle Witterungs-
verhältnisse oder aktuelle Verkehrsverhältnisse der voraus-
liegenden Fahrstrecke sein. Die aktuellen Verkehrsverhältnisse
können von einem Verkehrsdienst abgegeben werden. Hierbei
25 übermittelt der Verkehrsdienst die aktuellen Verkehrsverhält-
nisse an das Fahrzeug, (insbesondere per Ultrakurzwelle im Sinne
eines Verkehrsüberwachungsdienstes).

Die Eingabe kann ferner gespeicherte Informationen über den
Betrieb eines Unterstützungstraktionsantriebs des Kraftfahr-
30 zeugs auf der vorausliegenden Fahrstrecke bei einer vorherigen
Befahrung dieser Fahrstrecke sein. Diese Information wird von dem
Kraftfahrzeug während der vorherigen Befahrung gesammelt und
zwischengespeichert, wobei die Eingabe darin besteht, dass diese
Information von dem Zwischenspeicher abgerufen wird. Es kann sich
35 ferner um gespeicherte Informationen handeln, die von einem
anderen Kraftfahrzeug als das Ego-Fahrzeug bei einer vorherigen
Befahrung der vorausliegenden Fahrstrecke des Ego-Fahrzeugs
gesammelt wurden, wobei dieses andere Fahrzeug die betreffenden

zwischen gespeicherten Daten an das Ego-Fahrzeug überträgt. Bei dem anderen Fahrzeug kann es sich um ein weiteres Fahrzeug handeln, welches von den gleichen Haushalt oder dem gleichen Unternehmen verwendet wird, wie das Ego-Kraftfahrzeug. Die
5 gespeicherte Information kann insbesondere auch eine Betriebsintensität oder eine maximale schlupffreie Fahrzeugbremsleistung oder eine verwendete Bremsleistung sein, die bei einer vorherigen Befahrung der vorausliegenden Fahrstrecke gewonnen wurde.

10 Insbesondere kann die Eingabe auch eine Kombination von Werten umfassen, die mehrere der sogenannten Informationen oder Eingaben wiedergeben. Hierbei können diese Werte arithmetisch oder logisch kombiniert werden, insbesondere durch eine gewichtete Summe.

15

Eine weitere Ausführungsform des hier beschriebenen Verfahrens sieht vor, dass die Bremsleistung der Rekuperationsbremse vor dem Betätigen auf die Soll-Bremsleistung eingestellt wird. Die Soll-Bremsleistung wird eingestellt durch Einstellung einer
20 Bremsleistungsobergrenze für die Soll-Bremsleistung. Beim Betätigen der Rekuperationsbremse wird die Rekuperationsbremse unter Einhaltung der Bremsleistungsobergrenze betrieben. Dies kann umgesetzt werden indem die Betätigungskennlinie des Bremspedals ab der Bremsleistungsobergrenze abgeflacht wird, vorzugsweise
25 auf einen konstanten Wert. Ferner kann die Betätigungskennlinie des Bremspedals grundsätzlich derart modifiziert und insbesondere kleiner skaliert werden, so dass die Bremsleistungsobergrenze eingehalten wird. Es sind ferner weitere Mechanismen denkbar, etwa einen Strombegrenzer, der den Strom, mit dem die
30 Rekuperationsbremse betrieben wird, begrenzt. Um die Rekuperationsbremse mit der Bremsleistungsobergrenze auszustatten. Hierbei kann eine Stromgrenze vorgesehen werden, die der Bremsleistungsobergrenze entspricht. Diese Einstellung der Bremsleistungsobergrenze vor dem Betätigen der Rekuperations-
35 bremse ermöglicht eine adaptive Anpassung und kann eine Zeitspanne vor dem Betätigen der Rekuperationsbremse durchgeführt werden. Eine sofortige Reaktion ist daher nicht notwendig so dass

die Adaption eine gewisse Zeit beanspruchen kann, ohne dass sich deren Wirkung verringert oder Sicherheitsprobleme auftreten.

Eine weitere Ausführungsform des hier beschriebenen Verfahrens sieht vor, dass die Bremsleistung der Rekuperationsbremse auf die Soll-Bremsleistung reduziert wird oder, alternativ, auf eine Bremsleistung, die geringer ist als die Soll-Bremsleistung, insbesondere um eine vorgegebene feste oder variable Marge. Diese Marge kann der Bremsleistung einer Reibbremse entsprechen. Die Bremsleistung der Reibbremse addiert zu der Bremsleistung der Rekuperationsbremse, wobei die Summe nicht größer als die maximale Fahrzeugbremsleistung ist.

Ferner ist eine Ausführungsform des hier betriebenen Verfahrens vorgesehen, bei dem eine Bremswertvorgabe eingestellt wird, die die Soll-Bremsleistung oder einen Bremsleistungswert wiedergibt. Der Bremsleistungswert ist geringer als die Soll-Bremsleistung. Die Bremswertvorgabe wird an die Rekuperationsbremse oder an eine Ansteuervorrichtung der Rekuperationsbremse übermittelt. Die Bremswertvorgabe wird zwischengespeichert. Durch das Zwischenspeichern ergibt sich eine zeitliche Flexibilität, so dass das Einstellen der Bremsleistung der Rekuperationsbremse und das Betätigen zeitlich auseinanderfallen können, wodurch die Berechnung vereinfacht ist und nicht zeitkritisch ist. Vor oder zu Beginn des Betätigens der Rekuperationsbremse wird die Bremswertvorgabe abgerufen. Zum Zeitpunkt des Abrufens oder danach wird die Rekuperationsbremse gemäß der Bremszeitvorgabe betätigt. Auch dadurch ergibt sich eine zeitliche Entzerrung, die die Berechnung und die Handhabung vereinfacht.

Eine weitere Ausführungsform des hier beschriebenen Verfahrens sieht vor, dass das Kraftfahrzeug beim Betätigen der Rekuperationsbremse mit der Soll-Bremsleistung abgebremst wird. Alternativ wird das Kraftfahrzeug beim Betätigen der Rekuperationsbremse mit einer Gesamtbremsleistung abgebremst, die kleiner oder gleich der maximalen Fahrzeugbremsleistung ist. Der erste Fall ist insbesondere für das Bremsen nur mit der Reku-

perationsbremse vorgesehen, wobei die zweite Alternative vorzugsweise verwendet wird, wenn mit der Rekuperationsbremse und zusätzlich mit einer weiteren Bremse, insbesondere mit einer Reibbremse abgebremst wird. Wenn das Kraftfahrzeug bei Betätigen der Rekuperationsbremse mit einer Gesamtbremsleistung abgebremst wird, dann wird ferner eine Reibbremse betätigt, insbesondere zeitgleich oder zumindest zeitlich überlappend. Die Reibbremse kann hierbei die Rekuperationsbremse unterstützen, beispielsweise wenn aufgrund einer hohen Bremsleistung die Rekuperationsbremse einen Strom erzeugen würde, der größer ist als ein aktueller Maximalstrom, von elektrischen Komponenten des Kraftfahrzeugs aufgenommen werden kann. Als elektrische Komponenten werden hierbei das Bordnetz bezeichnet, und insbesondere der Akkumulator und/oder ein Element zur Vernichtung elektrischer Energie, etwa durch Umwandlung in Wärme, insbesondere ein vorzugsweise einstellbarer Rekuperationswiderstand. Als Rekuperationswiderstand wird ein elektrischer Widerstand bezeichnet, der Leistung aus Rekuperation erhält.

Weiterhin wird eine Rekuperationsbremse für ein Kraftfahrzeug beschrieben, wobei die Rekuperationsbremse mit einer elektrischen Maschine und einer damit verbundenen Steuervorrichtung ausgestattet ist. Die Steuervorrichtung umfasst eine Schnittstelle, insbesondere eine Funkschnittstelle. Die Schnittstelle der Steuervorrichtung ist zum Empfang einer Eingabe eingerichtet, welche die Fahrweise einer vorausliegenden Fahrstrecke des Kraftfahrzeugs kennzeichnet. Diese Eingabe entspricht den oben genannten Eingaben, so dass die Schnittstelle zum Empfang der hier beschriebenen Eingaben eingerichtet ist.

Die Steuervorrichtung umfasst eine Schätzeinrichtung, die eingerichtet ist, eine maximale schlupffreie Fahrzeugbremsleistung für die Fahrstrecke abhängig von der Eingabe zu ermitteln. Die Schätzeinrichtung ist insbesondere ausgestattet, um dem hier beschriebenen Schritt des Abschätzens realisieren zu können.

Die Steuervorrichtung umfasst ferner eine Bremsleistungsermittlungseinrichtung, die ausgestattet ist, eine Soll-Bremsleistung

zu ermitteln. Die Soll-Bremsleistung ist nicht größer als die maximale Fahrzeugbremsleistung für die Fahrstrecke. Die Bremsleistungsermittlungseinrichtung ist insbesondere ausgestattet, um den hier beschriebenen Schritt des Abschätzens der maximalen
5 schlupffreien Fahrzeugbremsleistung ausführen zu können.

Die Steuervorrichtung weist einen Steuerausgang auf, der mit der elektrischen Maschine verbunden ist. Der Steuerausgang ist ausgestaltet, an die elektrische Maschine die Soll-Bremsleistung
10 in Form eines Steuersignals abzugeben.

Die Steuervorrichtung kann insbesondere durch einen Mikrocontroller umgesetzt werden, der mit einem Speicher für Programme verbunden ist, wobei die Programme die hier beschriebenen
15 Einrichtungen zusammen mit dem Prozessor realisieren. Der Steuerausgang ist insbesondere ein Datenausgang dieses Mikroprozessors. Darüber hinaus kann die Steuervorrichtung auch durch festverdrahtete logische Schaltungen und/oder unter Verwendung von diskreten elektrischen oder elektronischen Bauteilen ausgestaltet werden. Insbesondere die Einrichtungen können durch
20 Hardware, Software, festverdrahtete logische Schaltungen und/oder durch digitale oder analoge Schaltungen umgesetzt werden.

25 Eine Ausführungsform der Rekuperationsbremse sieht vor, dass die Steuervorrichtung mit einer Funkschnittstelle ausgestattet ist. Diese Funkschnittstelle ist gemäß einem Car-to-Car-Kommunikationsstandard ausgebildet, insbesondere gemäß dem Standard IEEE 802.11p. Die Funkschnittstelle und allgemein die hier
30 beschriebene Schnittstelle sind Eingabeschnittstellen.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

35 Figur 1 zeigt ein Kraftfahrzeug mit einer Rekuperationsbremse, zusammen mit weiteren Informationsquellen in schematischer Darstellung, und

Figur 2 zeigt ein Flussdiagramm zur Erläuterung des hier beschriebenen Verfahrens.

5 Detaillierte Beschreibung der Zeichnungen

Figur 1 zeigt in schematischer Weise ein Kraftfahrzeug, wie es hier beschrieben ist, zusammen mit einer Rekuperationsbremse, wie sie ebenso hier beschrieben ist. Ferner zeigt Figur 1 weitere
10 Informationsquellen und dient zur Erläuterung des hier beschriebenen Verfahrens.

Das Kraftfahrzeug 10 umfasst eine Rekuperationsbremse 20 mit einer elektrischen Maschine 30, welche eine Ansteuerungseinheit
15 32 für die elektrische Maschine 30 umfasst. Die Rekuperationsbremse 20 umfasst ferner eine Steuervorrichtung 40 mit einer Schnittstelle 42, die als Eingangsschnittstelle für zumindest eine Eingabe dient, wie sie hier beschrieben ist. Grundsätzlich kann das Kraftfahrzeug mehrere elektrische Maschinen umfassen,
20 etwa eine Maschine pro Achse oder Rad. Die Rekuperationsbremse entspricht der Einrichtung, die alle oder einen Teil dieser Maschinen umfasst. Im Weiteren wird zur Vereinfachung der Darstellung nur eine elektrische Maschine zur Beschreibung der Figuren genutzt, wobei anstatt dieser wie bemerkt auch mehrere
25 elektrische Maschinen vorgesehen sein können. Die hier verwendete elektrische Maschine kann somit als Platzhalter für mehrere elektrische Maschinen (vorzugsweise 2, 4 oder mehr) dienen.

30 Die Steuervorrichtung 40 umfasst eine Schätzeinrichtung 50 und eine Bremsleistungsermittlungseinrichtung 60. Einen Steuer- ausgang 44, der Steuervorrichtung 40 ist mit der Ansteuerungseinheit 32 der elektrischen Maschine 30 ansteuernd verbunden.

35 Über die Schnittstelle 42 wird zumindest eine Eingabe in Form eines Werts von der Steuervorrichtung 40 erfasst. Diese Eingabe wird an die Schätzeinrichtung 40 geleitet, die eingerichtet ist, ausgehend von der Eingabe eine maximale schlupffreie Fahr-

zeugbremsleistung für diejenige Fahrstrecke zu ermitteln, welche dem Kraftfahrzeug vorausliegt.

Die Bremsleistungsermittlungseinrichtung 60 ist der Schätz-
5 einrichtung 50 ist mit dieser verbunden und insbesondere dieser nachgeschaltet. Die Bremsleistungsermittlungseinrichtung 60 ist ausgestattet, eine Soll-Bremsleistung zu ermitteln, die nicht größer als die maximale Fahrzeugbremsleistung für die voraus-
10 liegende Fahrstrecke ist. Hierzu kann die Bremsleistungsermittlungseinrichtung 60 eingerichtet sein, Steuerinformationen zu erhalten, etwa von einem Bremspedal 62. Die zugehörige Verbindung ist gestrichelt dargestellt.

Eine Bremsleistungskoordinationseinrichtung 64, ebenso ge-
15 strichelt dargestellt, kann optional vorgesehen sein, beispielsweise um die gewünschte Gesamtbremsleistung auf die Rekuperationsbremse und auf eine Reibbremse 66 zu verteilen. Sowohl die optionale Reibbremse 66 als auch die Rekuperations-
20 bremsen beziehungsweise deren elektrische Maschine 30 wirken auf die Räder des Kraftfahrzeugs, wobei die Bremsleistung nur auf eine Achse oder auf beide Achsen des Fahrzeugs wirken können. Die Räder des Fahrzeugs 10 sind als Halbkreise symbolhaft dargestellt.

25 Die Bremsleistungsermittlungseinrichtung 60 gibt ein Steuersignal an den Steuerausgang 44 ab, welcher wie beschrieben mit der elektrischen Maschine 30 ansteuernd verbunden ist.

Im Weiteren sind einige Informationsquellen (Bezugszeichen 100
30 - 150) für die Schnittstelle 42 beispielhaft erläutert, die zusammen, einzeln oder in einer Unterkombination miteinander verwendet werden können. Ein Navigationssystem 100 des Kraftfahrzeugs 10, welches auch als Ego-Fahrzeug bezeichnet werden kann, liefert Navigationsdaten, die die Fahrweise der vorausse-
35 henden Fahrstrecke kennzeichnen, etwa eine Steigung oder ein Kurvenradius oder auch einen Unebenheitsgrad oder verkehrsrechtliche Vorgaben zur Verwendung von Traktionsunterstützungsmaßnahmen, wie sie hier beschrieben sind. Eine Fahrerwunsch-

eingabe beziehungsweise Bedienereingabe 110 ermöglichen beispielsweise die Eingabe eines Fahrmodus, etwa ein sparsamer Fahrmodus und ein Sportfahrmodus, in dem mehr Leistung als im vorhergenannten Modus zur Verfügung steht. Diese Fahrerwunscheingabe kann durch einen Taster, Schalter, oder auch durch einen Touchscreen vorgegeben sein, etwa der Touchscreen, mit dem auch das Navigationssystem arbeitet. Als Navigationssystem wird eine fahrzeuggebundene Vorrichtung bezeichnet, die Navigationsdaten für den Fahrer bereithält.

Ferner ist in Figur 1 eine Sendestation eines Verkehrsdienstes dargestellt, der aktuelle oder allgemeine Fahrbahnzustandsinformationen an das Fahrzeug 10 übermittelt.

Als weitere Informationsquelle kann ein vorausfahrendes Fahrzeug 130 dienen. Das Fahrzeug 130, welches auch als Fremdfahrzeug bezeichnet werden kann, fährt auf der Fahrstrecke, die dem Kraftfahrzeug, das heißt dem Ego-Fahrzeug, vorausliegt. Das Kraftfahrzeug 130 umfasst ein Fahrsicherheitssystem, etwa eine Antischlupfregelung oder ein Antiblockiersystem, welches etwa einen Reibbeiwert an das Fahrzeug 10 übermittelt, insbesondere über ein Car-to-Car-Kommunikationsprotokoll, beispielsweise mittels des Standards IEEE 802.11p. Weiterhin umfasst das Fremdfahrzeug 130 einen Außentemperatursensor 132b, der auch als Glättwarnvorrichtung oder Glättesensor ausgebildet sein kann. Auch diese Vorrichtung liefert Daten an das Ego-Fahrzeug 10, die die Fahrweise des Ego-Fahrzeugs auf der vorausliegenden Fahrstrecke kennzeichnen.

Auch das Ego-Fahrzeug 10 ist mit einem Fahrsicherheitssystem ausgestattet, wie es auch das Fahrzeug 130 aufweist. Ferner umfasst das Ego-Fahrzeug 10 einen Außentemperatursensor oder einen Glättesensor 142b, der in gleicher Weise wie die Einrichtung 132b Daten an die Rekuperationsbremse liefert. In einer alternativen Ausführungsform ist der Sensor 142b ein Abstandsensor oder eine Abstandsregelung, die den Abstand zum (vorzugsweise direkt) vorausfahrenden Fahrzeug ermittelt. Dieser

Abstand kann zur Ermittlung der Betriebsintensität verwendet werden.

Schließlich ist ein Speicher 150 innerhalb des Fahrzeugs 10 vorgesehen, der Speicherinformationen über den Betrieb der Rekuperationsbremse 20 während einer vergangenen Befahrung der vorausliegenden Strecke durch das Ego-Fahrzeug oder durch ein anderes Fahrzeug bereit hält. Bei der symbolhaften Darstellung der Figur 1 kann die gespeicherte Information dem Speicher 150 gleichgesetzt werden, so dass die gleichen Bezugszeichen verwendet werden können.

Der in Figur 1 mit Punktlinie dargestellte Pfeil gibt die Kombination der Eingaben wieder, die im einfachsten Fall aus einer Weiterleitung bestehen kann. Dieser Pfeil kann ferner eine Kombination der Eingaben aus den Informationsquellen 100, 110, 120, 132a, 132b, 142a, 142b und/oder 150 kombinieren, etwa durch logische Kombination oder arithmetische Kombination, etwa durch Summierung der Werte, wobei die Summierung auch mit einer gewichteten Summe durchgeführt werden kann. Der Pfeil kann eine Abbildung darstellen in Form einer arithmetischen Funktion oder als Interpolationsfunktion, die durch Parameter bestimmt ist. Diese Parameter können als Lookup-Tabelle abgelegt sein in einem Speicher innerhalb des Fahrzeugs 10, etwa der Speicher, in dem auch die Speicherinformation 150 abgelegt ist.

Die mit einfachen Linien dargestellten, durchgezogenen Pfeile der Figur 1 stellen eine Signalübermittlung dar. Die einfachen, gestrichelten Linien sind als optionale Verbindung anzusehen. Die mit durchgezogener Linie und mit gestrichelter Linie dargestellten Doppelpfeile geben die Übertragung von Bremsleistung von der elektrischen Maschine 30 beziehungsweise von der Reibbremse 66 an die betreffende Räder des Fahrzeugs 10 wieder.

Die Figur 2 zeigt ein Ablaufdiagramm zur Erläuterung des hier beschriebenen Verfahrens. Innerhalb des Schritts 200 wird zumindest eine der genannten Eingaben empfangen und gegebenenfalls aufbereitet. Die in Schritt 200 verarbeiteten Daten sind

insbesondere Navigationsdaten, oder Eingaben bzw. Daten, die von dem vorausfahrenden Fahrzeug empfangen werden.

In Schritt 210 werden diese Daten nach Relevanz verarbeitet. Dies entspricht einer Kombination, wie sie in Figur 1 mit dem als Punktlinien dargestellten Pfeil durchgeführt wird. Etwa eine gewichtete Summe oder ein Sortierverfahren kann verwendet werden, um die Eingabedaten nach Relevanz zu verarbeiten.

10 In Schritt 220 wird die Bremsleistung der Rekuperationsbremse abgeschätzt beziehungsweise berechnet anhand der Daten, die in Schritt 210 verarbeitet wurden, und in Schritt 200 empfangen wurden. Die Schritte 200 und 210 dienen zum Abschätzen der zukünftigen Betriebsintensität. Der Schritt 220 dient zum Abschätzen der maximalen schlupffreien Fahrzeugbremsleistung für die Fahrstrecke, abhängig von der Eingabe, die Schritt 200 verarbeitet.

In Schritt 230 wird die direkte Bremsleistung der Rekuperationsbremse mit einer Fahrzeugsensorik des Fahrzeugs 10 abgeglichen. Dieser Abgleich dient dazu, dass die Soll-Bremsleistung beziehungsweise die Gesamtbremsleistung (bei zusätzlicher Verwendung einer Reibbremse) nicht größer ist als die maximale Fahrzeugbremsleistung, welche sich an der Grenze orientiert, bei deren Überschreiten die Gefahr eines Schlupfs oder des Blockierens beim Bremsen besteht.

20 In Schritt 240 wird die Bremsleistung auf die Reibbremse und auf die elektrische Maschine der Rekuperationsbremse aufgeteilt. Diese Aufteilung kann sich an einem vorgehenden Verhältnis orientieren.

In Schritt 250 wird ermittelt, ob die Rekuperationsleistung angepasst werden muss, etwa um die maximale Fahrzeugbremsleistung nicht zu überschreiten. Der Schritt 250 kann dem Abschätzen der maximalen schlupffreien Fahrzeugbremsleistung zugeordnet werden.

Falls eine Anpassung erforderlich ist, siehe Entscheidung Y, wird in Schritt 260 die Soll-Bremsleistung an der elektrischen Maschine eingestellt. Das Einstellen umfasst insbesondere eine Reduzierung der Soll-Bremsleistung auf einen Wert, der nicht als

5 die maximale Fahrzeugbremsleistung ist, bzw. der nicht größer als ein Anteil der maximalen Fahrzeugbremsleistung ist, der von der Rekuperationsbremse aufgebracht wird.

In Schritt 270 wird die Soll-Bremsleistung mit einem Fahr-
10 cherheitssystem 142a und insbesondere mit dessen Sensor abgeglichen, wobei etwa der Sensor 132a ein derartiger Sensor sein kann. Auch dieser Abgleich dient dazu, dass die Soll-Bremsleistung beziehungsweise die Gesamtbremsleistung nicht größer als die maximale Fahrzeugbremsleistung ist.

15 In Schritt 280 wird ermittelt, ob das Fahrzeug 10 eine stabile Fahrlage aufweist. Falls dies zutreffend ist, siehe Entscheidung Y, wird die Bremsleistung der Rekuperationsbremse beziehungsweise auch der Reibbremse verringert und in Schritt 260 neu eingestellt, insbesondere auf einen geringeren Wert.

20

Falls in Schritt 280 keine instabile Fahrzeuglage ermittelt wird anhand der Daten, die in Schritt 270 erfasst werden, siehe Entscheidung N, wird das Verfahren bei Schritt 200 fortgesetzt.

25 Falls im Schritt 250 ermittelt wird, dass die Bremsleistung nicht geändert werden muss, siehe Entscheidung N, wird das Verfahren ebenso bei Schritt 200 fortgesetzt.

30 Die Schritte 200 - 290 werden fortlaufend wiederholt durchgeführt. Insbesondere wird in Schritt 200 kontinuierlich, oder quasi-kontinuierlich die Eingabe erfasst.

Bezugszeichenliste:

	10	Kraftfahrzeug, Ego-Fahrzeug
	20	Rekuperationsbremse
5	30	elektrische Maschine
	32	Steuereinheit der elektrischen Maschine
	40	Steuervorrichtung
	42	Schnittstelle zum Empfang mindestens einer Eingabe
	44	Steuerausgang der Steuervorrichtung
10	50	Schätzeinrichtung
	60	Bremsleistungsermittlungseinrichtung
	62	Bremspedal
	64	Bremsleistungskoordinationseinrichtung
	66	Reibbremse
15	100	Navigationssystem
	110	Fahrerwunscheingabe
	120	Sendestation eines Verkehrsdienstes
	130	Vorausfahrendes Fahrzeug, Fremdfahrzeug
	132a	Fahrsicherheitssystem des Fremdfahrzeugs
20	132b	Außentemperatursensor oder Glättesensor des Fremd- fahrzeugs
	142a	Fahrsicherheitssystem des Kraftfahrzeugs bzw. des Ego-Fahrzeugs
	142b	Außentemperatursensor oder Glättesensor des Ego-Fahrzeugs
25	150	Speicher bzw. gespeicherte Information
	200-290	Schritte zur Realisierung des hier beschriebenen Verfahrens
	Y	Zutreffende Entscheidung
30	N	Unzutreffende Entscheidung

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Rekuperationsbremse (20) eines Kraftfahrzeugs (10), wobei das Verfahren die Schritte
- 5 umfasst:
- Abschätzen einer zukünftigen Betriebsintensität der Rekuperationsbremse (20) für eine vorausliegende Fahrstrecke des Kraftfahrzeugs (10) anhand einer Ein-
 - 10 gabe, die die Fahrweise der vorausliegenden Fahrstrecke kennzeichnet;
 - Abschätzen einer maximalen schlupffreien Fahrzeugbremsleistung für die Fahrstrecke abhängig von der Eingabe;
 - Einstellen der Bremsleistung der Rekuperationsbremse
 - 15 (20) auf eine Soll-Bremsleistung, die nicht größer als die maximale Fahrzeugbremsleistung für die Fahrstrecke ist und
 - Betätigen der Rekuperationsbremse (20) auf der vorausliegenden Fahrstrecke mit der Soll-Bremsleistung.
 - 20
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Eingabe, welche die Fahrweise einer vorausliegenden Fahrstrecke kennzeichnet, Fahrzeugzustandsinformationen sind, die von einem voraus-
- 25 fahrenden Fahrzeug (130) abgegeben werden, insbesondere
- eine Information über den aktiven Betrieb eines Fahrsicherheitsystems (132a) des vorausfahrenden Fahrzeugs (130), etwa eine Antischlupfregelung oder ein Antiblockiersystem des vorausfahrenden Fahrzeugs (130), oder
- 30 eine Information über den Betrieb eines Allradantriebs des vorausfahrenden Fahrzeugs (130), oder
- eine Information über eine Neigung des vorausfahrenden Fahrzeugs (130), oder
- 35 eine Information über einen aktiven Betrieb einer Glättewarnanlage (132b) des vorausfahrenden Fahrzeugs (130), oder
- eine Umgebungstemperaturinformation des vorausfahrenden Fahrzeugs (130) oder

die Eingabe, welche die Fahrweise der vorausliegenden Fahrstrecke kennzeichnet, umfasst eine Information über den Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug (130), vorzugsweise zu dem vorausfahrenden Fahrzeug, welches sich direkt vor dem Kraftfahrzeug (10) befindet, dessen Rekuperationsbremse (20) betrieben wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die Fahrzeugzustandsinformationen von dem vorausfahrenden Fahrzeug (130) an das Kraftfahrzeug (10) direkt übertragen werden mittels Car-to-Car- oder Car-to-X-Kommunikation, insbesondere mittels eines Protokolls, das dem Standard IEEE 802.11p entspricht, oder mittelbar übertragen werden von dem vorausfahrenden Fahrzeug (130) an eine Übermittlungsentität, die das Internet umfassen kann, wobei die Übermittlungsentität die Fahrzeugzustandsinformation direkt oder indirekt an das Kraftfahrzeug (10) übermittelt.

4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Eingabe, welche die Fahrweise einer vorausliegenden Fahrstrecke kennzeichnet,

- eine Fahrerwunscheingabe (110) zur zeitpunktbezogenen oder fahrstreckenbezogenen Aktivierung der Rekuperationsbremse ist;
- Navigationsdaten eines Navigationssystems (100) des Kraftfahrzeugs (10) sind, die eine über einer vorgegebenen Grenze liegende Steigung, einen unter einer vorgegebenen Grenze liegenden Kurvenradius, eine über einer vorgegebenen Grenze liegenden Unebenheitsgrad und/oder eine verkehrsrechtliche Vorgabe zur Verwendung von Traktionsunterstützungsmaßnahmen der vorausliegenden Fahrstrecke kennzeichnen;
- aktuelle oder allgemeine Fahrbahnzustandsinformationen, insbesondere Reibbeiwerte der vorausliegenden Fahrstrecke, oder aktuelle Witterungsverhältnisse, oder aktuelle Verkehrsverhältnisse der vorausliegenden Fahrstrecke sind, die von einem Verkehrsdienst (120) abgegeben werden, und/oder

- Fahrzeugzustandsinformationen sind, die von einem System oder Sensor (142a,b) des Kraftfahrzeug (10) stammen, insbesondere eine Information über den aktiven Betrieb eines Fahrsicherheitssystems (142a) des Kraftfahrzeugs (10), eine Information über eine Neigung des Kraftfahrzeugs (10), eine Information über den Betrieb einer Warnblinkanlage des Kraftfahrzeugs (10), eine Information über einen aktiven Betrieb einer Glättewarnanlage (142b) des Kraftfahrzeugs (10), oder eine Umgebungstemperaturinformation (142b) des Kraftfahrzeugs (10);
 - Gespeicherte Informationen (150) über den Betrieb der Rekuperationsbremse (20) des Kraftfahrzeugs (10) auf der vorausliegenden Fahrstrecke bei einer vorherigen Befahrung dieser Fahrstrecke sind, oder
 - eine Kombination von Werten, die mehrere der vorgenannten Informationen wiedergeben.
5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Bremsleistung der Rekuperationsbremse (20) vor dem Betätigen auf die Soll-Bremsleistung eingestellt wird durch Einstellen einer Bremsleistungsobergrenze auf die Soll-Bremsleistung, wobei beim Betätigen der Rekuperationsbremse (20) diese unter Einhaltung der der Bremsleistungsobergrenze betrieben wird.
6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Einstellen umfasst: Reduzieren der Bremsleistung der Rekuperationsbremse (20) auf die Soll-Bremsleistung oder auf einen Bremsleistungswert, der geringer als die Soll-Bremsleistung ist.
7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Einstellen umfasst: Erstellen einer Bremswertvorgabe, die die Soll-Bremsleistung oder einen Bremsleistungswert, der geringer als die Soll-Bremsleistung ist, wiedergibt; und Übermitteln der Bremswertvorgabe an die Rekuperationsbremse (20) oder an eine Steuervorrichtung (40) der

Rekuperationsbremse (20) sowie Zwischenspeichern der Bremswertvorgabe, wobei vor dem Betätigen oder zu Beginn des Betätigens der Rekuperationsbremse (20) die Bremswertvorgabe abgerufen wird.

5

8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Kraftfahrzeug (10) beim Betätigen der Rekuperationsbremse (20) mit der Soll-Bremsleistung abgebremst wird, oder wobei das Kraftfahrzeug (10) beim Betätigen der Rekuperationsbremse mit (20) einer Gesamtbremsleistung abgebremst wird, die kleiner oder gleich der maximale Fahrzeugbremsleistung ist, und wobei ferner eine Reibbremse (66) betätigt wird, wenn die Rekuperationsbremse betätigt wird.

15 9. Rekuperationsbremse (20) für ein Kraftfahrzeug (10), wobei die Rekuperationsbremse (20) mit einer elektrischen Maschine (30) und einer damit verbundenen Steuervorrichtung (40) ausgestattet ist, wobei

20 die Steuervorrichtung (40) eine Schnittstelle (42), insbesondere eine Funkschnittstelle, aufweist, die zum Empfang einer Eingabe eingerichtet ist, welche die Fahrweise einer vorausliegenden Fahrstrecke des Kraftfahrzeugs (10) kennzeichnet; wobei

25 die Steuervorrichtung (40) eine Schätzeinrichtung (50) umfasst, die eingerichtet ist, eine maximalen schlupffreien Fahrzeugbremsleistung für die Fahrstrecke abhängig von der Eingabe zu ermitteln; und die Steuervorrichtung ferner eine Bremsleistungsermittlungseinrichtung (60) aufweist, die ausgestaltet ist, eine Soll-Bremsleistung zu ermitteln, die nicht größer als die maximale Fahrzeugbremsleistung für die Fahrstrecke ist, wobei

30 die Steuervorrichtung einen mit der elektrischen Maschine verbundenen Steuerausgang (44) aufweist, der zur Abgabe der Soll-Bremsleistung in Form eines Steuersignals an die elektrische Maschine (30) ausgestaltet ist.

35

10. Rekuperationsbremse (10) nach Anspruch 1, wobei die
Steuervorrichtung (40) mit einer Funkschnittstelle aus-
gestattet ist, die gemäß einem Car-to-Car- oder
Car-to-X-Kommunikationsstandard und insbesondere gemäß dem
5 Standard IEEE 802.11p ausgebildet ist.

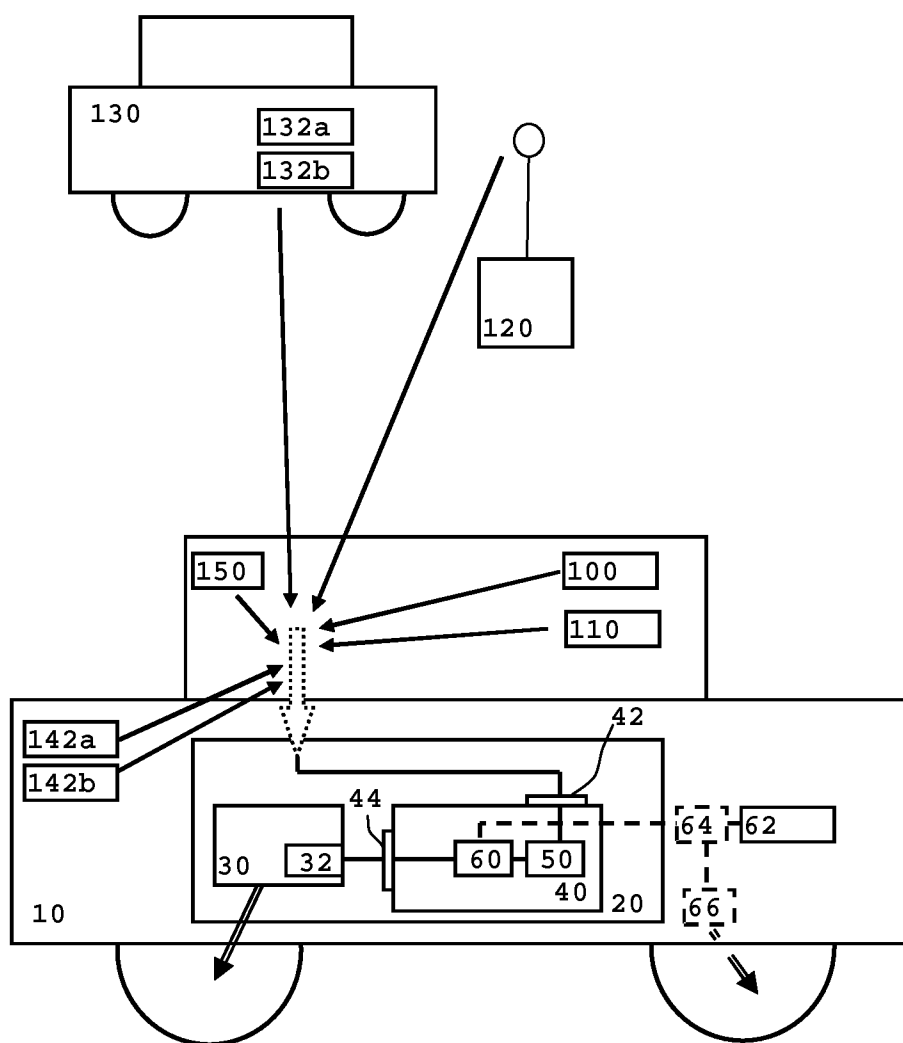


Fig. 1

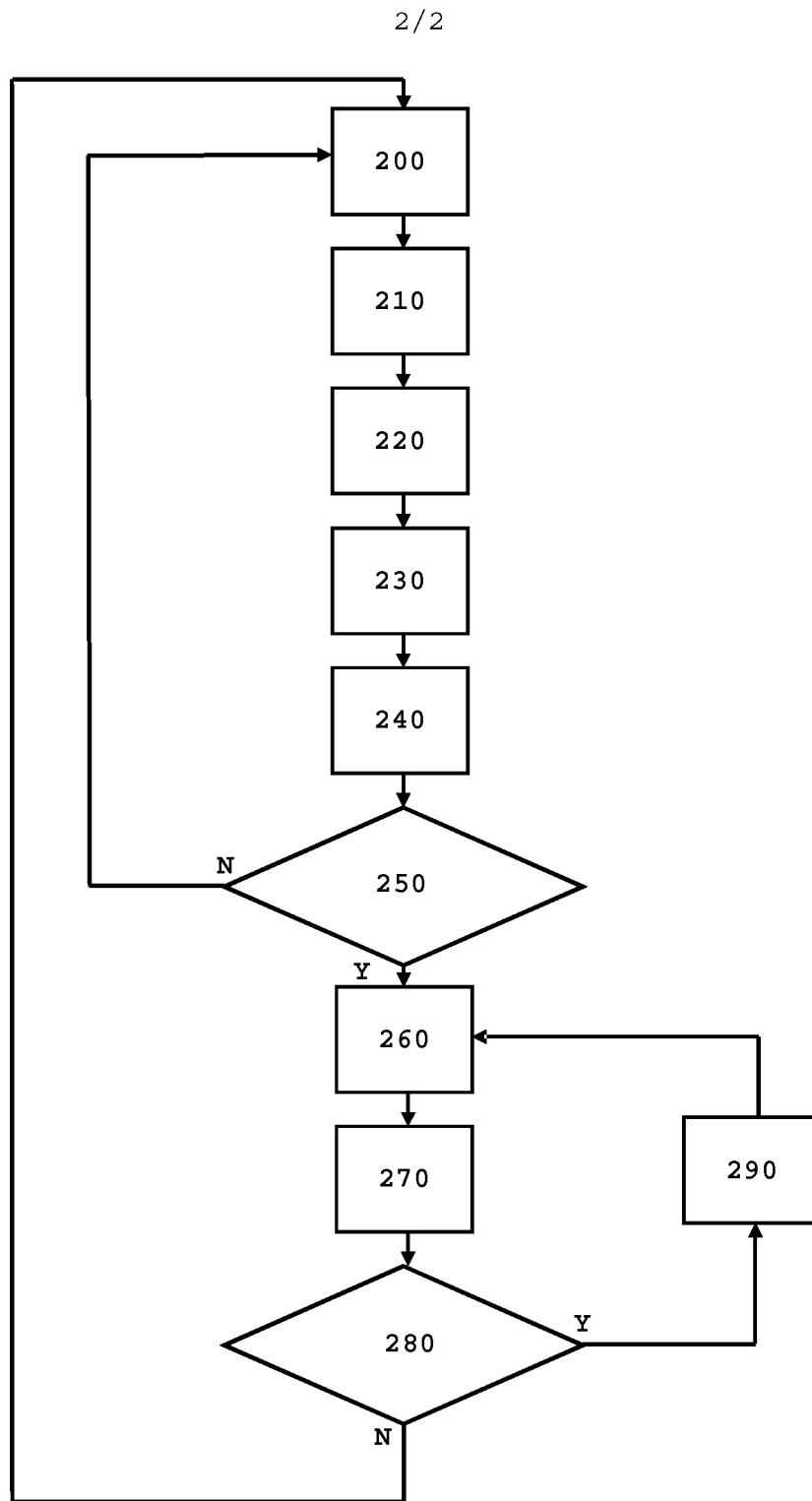


Fig. 2